

**OPTICAL RECEPTION FRONT END AMPLIFIER**

Patent Number: JP10242774

Publication date: 1998-09-11

Inventor(s): AKEYA MIKIJI

Applicant(s): NEC CORP

Requested Patent: ☐ JP10242774

Application Number: JP19970055457 19970225

Priority Number(s):

IPC Classification: H03F3/08; H04B1/18; H04B10/28; H04B10/26; H04B10/14; H04B10/04; H04B10/06

EC Classification:

Equivalents: JP3123708B2

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the optical reception front end amplifier having a high speed and sure saturation prevention function and having advantage of circuit integration.

**SOLUTION:** A reception current from a photo diode 6 receiving a small reception light is amplified by a feedback transimpedance circuit consisting of transistors(TRs) 7, 8 and a feedback resistor 10 with a high sensitivity. Furthermore, a reception current from the photo diode 6 receiving a high reception light is given the TR 7, but the saturation of which is avoided by making a TR 9 conductive with a voltage drop across a feedback resistor 10 so as to decrease the feedback amount and to discharge the excess component to ground via an emitter and a collector of the TR 9.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-242774

(43)公開日 平成10年(1998)9月11日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

FI

H03F 3/08

H03F 3/08

H04B 1/18

H04B 1/18

L

10/28

9/00

Y

10/28

10/14

審査請求 有 請求項の数3 FD (全4頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平9-55457

(22)出願日 平成9年(1997)2月25日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 朱家 幹司

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

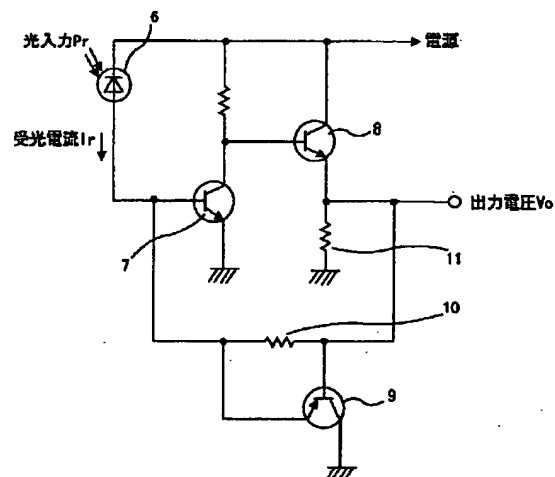
(74)代理人 弁理士 鈴木 康夫

(54)【発明の名称】 光受信フロントエンドアンプ

(57)【要約】

【課題】高速、確実な飽和防止機能を有し、集積化に有利な光受信フロントエンドアンプを提供する。

【解決手段】フォトダイオード6の小受信光に対する受信電流は、トランジスタ7、8と帰還抵抗10を有する帰還形トランスインピーダンス回路により高感度で増幅する。また、大受信光に対する受信電流は、帰還抵抗10の電圧降下によりトランジスタ9が導通し帰還量を下げるとともに余剰分はトランジスタ9のエミッタ・コレクタを介して接地側に放出してトランジスタ2の飽和を防止する。



6:フォトダイオード  
7:初段トランジスタ  
8:次段トランジスタ  
9:飽和防止用トランジスタ  
10:帰還抵抗RF  
11:負荷抵抗

**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 受光素子の電流を入力とし、少なくとも入力段のエミッタ接地型トランジスタと入出力間の帰還抵抗とを備えた増幅器からなる帰還型トランスインピーダンス回路を有する光受信フロントエンドアンプにおいて、前記帰還抵抗にエミッタ・ベース間を並列接続しコレクタを基準電位点に接続した飽和防止用のトランジスタを有することを特徴とする光受信フロントエンドアンプ。

【請求項2】 受光素子と、前記受光素子に接続されたエミッタ接地型トランジスタと、前記エミッタ接地型トランジスタの出力を入力とするエミッタフォロワ型トランジスタとを備える増幅器と、前記増幅器の入出力間に接続された帰還抵抗と、前記帰還抵抗にエミッタ・ベース間を並列接続しコレクタを基準電位点に接続した飽和防止用のトランジスタを有することを特徴とする光受信フロントエンドアンプ。

【請求項3】 前記エミッタ接地型トランジスタはNPN型トランジスタであり、前記飽和防止用トランジスタはPNPトランジスタであり、前記飽和防止用トランジスタの閾値は前記エミッタ接地型トランジスタの閾値より小さいことを特徴とする請求項2記載の光受信フロントエンドアンプ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、PCM光通信等の光受信アンプに関し、特に、大入力光の受光時に飽和することがない光電気変換回路における光受信フロントエンドアンプに関する。

**【0002】**

【従来の技術】 光通信の光受信部における増幅器としては、小さい光信号に対して十分な利得を有するとともに大きい光信号まで飽和することなく動作することが必要であるが、この種の従来の増幅器として、例えば特開昭64-18304号公報記載の回路が知られている。

【0003】 図3は、前記公報記載の増幅器である。同図の増幅器の構成は、信号光を受けて電流信号に変換する受光素子12と、前記受光素子12の光電変換出力を増幅するエミッタ接地型トランジスタ13と、出力電圧を発生するコレクタ接地型トランジスタ14とを備え、トランジスタ14の出力電圧が、非線形帰還回路を構成する抵抗16及びダイオード17の並列回路によってトランジスタ13の入力部に帰還される構成を有する。

【0004】 前記増幅器の回路は、高受光信号に対して以下のような動作を行う。

【0005】 受光レベルが増大するに伴い、受光素子12からトランジスタ13のベースに供給される電流は大きくなる。電流が増大するとダイオード17が導通し電流がダイオードに分流する。この状態では、帰還量を増加させることと同一の効果をもつことになり、電流-電

圧変換利得を減少させるので、信号電流が大きい状態、即ち、受光レベルが大きいときでもトランジスタを飽和させることなく、増幅動作は安定化される。

**【0006】**

【発明が解決しようとする課題】 従来の増幅器においては、受光素子からの受光電流が増大した場合に増幅素子の飽和を防止するために、帰還回路を抵抗とダイオードの組合せで構成して受光電流の増大時に出力側からの帰還量を増大させるように構成しているものである。

【0007】 しかしながら、前記従来の増幅器の構成では、受光電流が増大する場合の対応としてダイオードを導通させて帰還抵抗を低下させるだけで結果的に飽和を防止するものであるから、高電流に対する初段トランジスタの飽和を十分に抑制することができず、高速且つ確実に飽和を防止することが可能なものではなかった。

【0008】 (発明の目的) 本発明の目的は、大受光時において高速、且つ確実に飽和を防止できる飽和防止機能付の光受信フロントエンドアンプを提供することにある。

【0009】 本発明の他の目的は、回路構成が簡単で且つ集積化に有利な飽和防止機能付の光受信フロントエンドアンプを提供することにある。

**【0010】**

【課題を解決するための手段】 本発明の光受信フロントエンドアンプは、具体的には、前記受光素子に接続されたエミッタ接地型トランジスタと、前記エミッタ接地型トランジスタの出力を入力とするエミッタフォロワ型トランジスタとを備える増幅器と前記増幅器の入出力間に接続された帰還抵抗とからなる帰還型トランスインピーダンス回路を有し、前記帰還抵抗にエミッタ・ベース間を並列接続しコレクタを基準電位点に接続した飽和防止用のトランジスタを有する。

【0011】 そして、前記エミッタ接地型トランジスタはNPN型トランジスタとし、前記飽和防止用トランジスタはPNPトランジスタとし、前記飽和防止用トランジスタの閾値は前記エミッタ接地型トランジスタの閾値より小さくすると好適である。

【0012】 (作用) 飽和防止用トランジスタは、大受光信号を入力するとき帰還抵抗を下げるとともに受光電流の余剰分を基準電位点側に放出して入力エミッタ接地型トランジスタの飽和を防止する。

**【0013】**

【発明の実施の形態】 次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0014】 図1は、本発明の光受信フロントエンドアンプの原理を示す図である。

【0015】 同図に示すように本発明の増幅器の基本構成は、光信号を電気信号に変換するフォトダイオード1と、入力段に少なくともエミッタ接地型トランジスタを有する増幅器2と、増幅器2の入出力間に接続された帰

還抵抗3を有する光受信フロントエンドアンプにおいて、前記帰還抵抗3にエミッタ・ベース間が並列に接続され、コレクタが基準電位点に接続された飽和防止用トランジスタ4とからなる。前記構成の増幅器は、伝達インピーダンスが帰還抵抗で表される帰還型トランスインピーダンス回路を構成する。

【0016】前記構成の増幅器は、光信号が受光素子に入力されるとその光の強度に比例した受光電流が増幅器に流れ、この電流は帰還抵抗によって電圧信号に変換される。この時、光信号が小さいときは、帰還抵抗に並列配置したPNPトランジスタは導通しないため帰還抵抗がそのままトランスインピーダンス（伝達抵抗）として電流電圧変換動作（電圧信号＝受光電流×帰還抵抗）に寄与する。

【0017】光入力が大きくなり、受光電流×帰還抵抗＞PNPトランジスタ4の $V_{BE}$ （ $V_2$ ）となると、PNPトランジスタが導通するため、入力電圧信号は制限され $V_1 > V_2$ の関係より、フロントエンドアンプの飽和を抑制する。更に、余剰電流はPNPトランジスタのエミッタ・コレクタ間を介し接地側に放出され飽和を防止する。

【0018】以上の原理により、本発明の増幅器は、小受光時には伝達抵抗を劣化させることなく高感度特性を実現し、また、大受光時には、フロントエンドアンプのトランジスタを飽和させることを防止し出力のデータエラーを回避することを可能とする。

【0019】図2は、本発明の光受信フロントエンドアンプの実施の形態を示す図である。

【0020】本実施の形態は、光信号を電気信号に変換するフォトダイオード6と、フォトダイオード6に接続したエミッタ接地型の初段トランジスタ7、初段トランジスタ7のコレクタにベースが接続されたエミッタフォロア型の次段トランジスタ8と、該次段トランジスタ8の出力負荷抵抗11から初段トランジスタ7のベースに接続された帰還抵抗10を有する光受信フロントエンドアンプにおいて、前記帰還抵抗10にエミッタ・ベース間が並列に接続され、コレクタが基準電位点に接続された飽和防止用トランジスタ9とからなるトランジスタ回路を電源と基準電位点の間に備える構成を有する。前記構成のアンプは、入力インピーダンスが低く、伝達インピーダンスが帰還抵抗で決定される帰還型トランスインピーダンスアンプを構成する。

【0021】また、前記構成のアンプにおいて、初段トランジスタ7と飽和防止用トランジスタ9のベース・エミッタ間電圧の関係は、それぞれのベース・エミッタ間電圧を $V_{BE1}$ 及び $V_{BE2}$ としたとき、好適には $V_{BE1} > V_{BE2}$ のように設定する。

【0022】本実施の形態の動作を説明すると、上述の構成において、フォトダイオード6は、入力としての光入力 $P_r$ に対し電流源として光電気変換動作を行い、受

信光に応じて受光電流 $I_r$ は、 $I_r = k \times P_r$ （ $k$ は定数）の関係により流れる。この電流はアンプの入力インピーダンスにより電圧信号として2段のトランジスタにより増幅され電圧 $V_o$ として出力される。

【0023】ここで、受光電流 $I_r$ が十分に小さいときの出力電圧 $V_o$ は、帰還抵抗を $R_F$ とすると、 $V_o = I_r \times R_F$ として表すことができる。

【0024】一方、光信号入力が高入力状態となり受光電流 $I_r$ が増大して、帰還抵抗側の電圧降下がトランジスタ7のベース・エミッタ間の閾値電圧に近づくような受光電流 $I_r$ がフォトダイオード1から出力されるとき、即ち、 $I_r \times (R_F + R_o) \approx I_r \times R_F > V_{BE1}$ の状態に近づくとき、前述の条件（ $V_{BE1} > V_{BE2}$ ）により、飽和防止用トランジスタ9のベース・エミッタ間閾値電圧 $V_{BE2}$ が初段トランジスタ7のベース・エミッタ間閾値電圧 $V_{BE1}$ より閾値が小さいので、飽和防止用トランジスタ9が導通状態となり、さらに、受光電流 $I_r$ の増加に応じて飽和領域に近づくことになる。

【0025】この状態においては、実質的に帰還抵抗が低下し帰還量を増大することに加えて、受光電流 $I_r$ の増加による余剰電流は飽和防止用トランジスタ9のエミッタ・コレクタ間を通じて接地側に放出することになり、飽和防止用トランジスタ9のエミッタ電位がトランジスタ7の閾値電圧 $V_{BE1}$ を超えるような高い電位に上昇することを確実に防止する。したがって、初段トランジスタ7は、そのベース・エミッタ間電圧 $V_i$ が、 $V_i \approx V_{BE2}$ 程度にクリップされ、帰還型トランスインピーダンス回路を構成する帰還増幅器の飽和による出力 $V_o$ のデータエラー等の発生が防止される。

【0026】以上の実施の形態の説明においては、初段トランジスタ7はNPNトランジスタ、飽和防止用トランジスタ9はPNPトランジスタとしており、一般的にNPNトランジスタの閾値 $V_{BE}$ はPNPトランジスタの閾値よりも大きいため、前述の条件 $V_{BE1} > V_{BE2}$ は同一ウエハ上に形成されるトランジスタにより満足される。

【0027】また、両トランジスタは、閾値に関してほぼ同一の特性を有しているとしても、飽和防止用トランジスタ9の飽和前において受光電流 $I_r$ の余剰電流をトランジスタ9のコレクタから接地への放出動作が開始されることから実質上は初段トランジスタ7の飽和動作は充分有効に機能することは明らかである。

【0028】

【発明の効果】本発明によれば、高感度を実現するためにもっとも有効な帰還型トランスインピーダンス回路構成を採用しながら飽和防止用トランジスタを接続するだけで、大受光信号を入力したときに帰還量を増大させるとともに余剰の受光電流を接地側に放出することができ、飽和防止を高速度かつ確実に行うことができるために、高感度かつ大受光信号も受信可能であり、広いダイナミックレンジが確保できる。

【0029】本発明を実現するための好適な手段として、同一ウエハ内に回路を構成することでトランジスタの閾値の前記条件が容易に満たされるから、集積化に極めて有利である。

【0030】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光受信フロントエンドアンプの原理を示す図である。

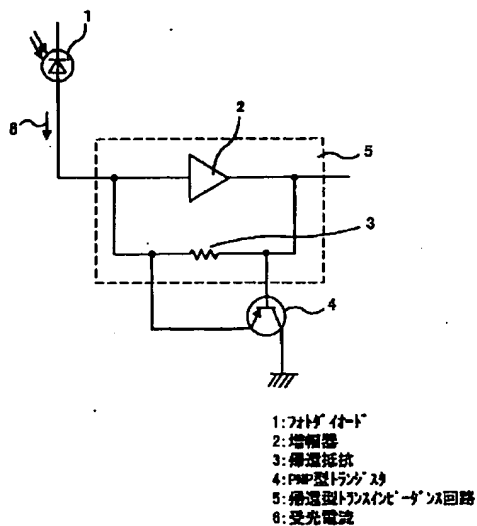
【図2】本発明の光受信フロントエンドアンプの実施の形態を示す図である。

【図3】従来例の光受信増幅器を示す図である。

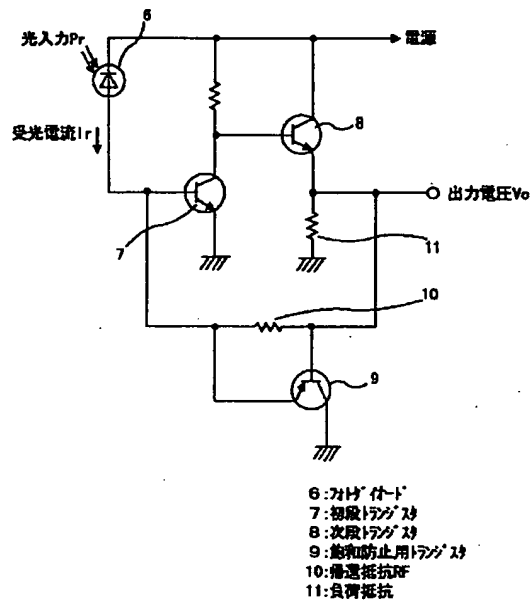
【符号の説明】

- 1、6、12 フォトダイオード
- 2 増幅器
- 3、10、16 帰還抵抗
- 4、9 飽和防止用トランジスタ
- 5 帰還形トランスインピーダンス回路
- 7、13 初段トランジスタ
- 8、14 次段トランジスタ
- 11、15 負荷抵抗
- 17 ダイオード

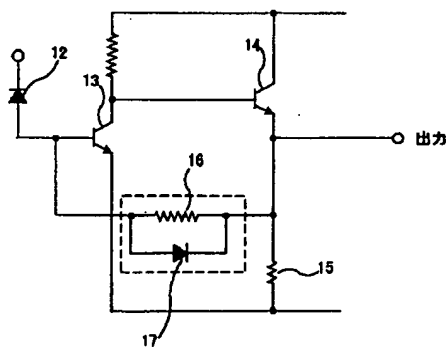
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

H04B 10/04

10/06

識別記号

F I